



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**MINERALIZAÇÃO DE FÓSFORO SOB DIFERENTES RESÍDUOS**  
**ORGÂNICOS EM NEOSSOLO REGOLÍTICO E ARGISSOLO**  
**VERMELHO**

**AUGUSTO CÉSAR FALCÃO SAMPAIO**

**AREIA - PB**  
**FEVEREIRO DE 2015**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**MINERALIZAÇÃO DE FÓSFORO SOB DIFERENTES RESÍDUOS**  
**ORGÂNICOS EM NEOSSOLO REGOLÍTICO E ARGISSOLO**  
**VERMELHO**

**Augusto César Falcão Sampaio**  
**Orientando**

**Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias**  
**Orientador**

**AREIA- PB**  
**FEVEREIRO DE 2015**

**AUGUSTO CÉSAR FALCÃO SAMPAIO**

**MINERALIZAÇÃO DE FÓSFORO DE DIFERENTES RESÍDUOS  
ORGÂNICOS EM SOLOS DE TEXTURA CONTRASTANTES**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal da Paraíba Centro  
de Ciências Agrárias, em cumprimento  
às exigências para a obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. BRUNO DE OLIVEIRA DIAS**

**AREIA – PB  
FEVEREIRO DE 2015**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S192m Sampaio, Augusto César Falcão.

Mineralização de fósforo de diferentes sob diferentes resíduos orgânicos em  
neossolo regolítico e argissolo vermelho / Augusto César Falcão Sampaio. -  
Areia: UFPB/CCA, 2015.

36 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de  
Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

Bibliografia.

Orientador: Bruno de Oliveira Dias.

1. Fertilidade do solo – Capim Buffel 2. Mineralização de fósforo 3. Fontes  
orgânicas I. Dias, Bruno de Oliveira (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 631.4

**AUGUSTO CÉSAR FALCÃO SAMPAIO**

**MINERALIZAÇÃO DE FÓSFORO DE DIFERENTES RESÍDUOS  
ORGÂNICOS EM SOLOS DE TEXTURA CONTRASTANTES**

MONOGRAFIA APROVADA EM: 11 / 02 / 2015

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias - Orientador  
DSER/CCA/UFPB

---

Msc. Alex Matheus Rebequi - Examinador  
Doutorando do PPGCS/UFPB

---

Msc. Emanuel Lima Martins - Examinador  
Doutorando do PPGS/UFPB

## DEDICATÓRIA

*A Deus,  
a meus pais e orientadores  
e a todos aqueles que fizeram  
grande diferença para  
minha formação.*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus e a Nossa Senhora, por interceder em todos os momentos de dificuldades e alegria.

Aos meus pais José Roberto S. de Araújo e Maria José C. Falcão, por confiarem nesta minha árdua caminhada. De forma especial minha mãe, exemplo de mulher e mãe batalhadora, diante de todas as circunstâncias, não media esforços para educar e criar seus filhos, como também para que se tornasse possível à realização da minha formação.

À todos meus familiares que sempre me incentivam a sempre alvejar novos horizontes, especialmente meus tios, destacando-se minha tia Magna Cavalcante e tio Ermano Falcão, que sempre tive como espelho para minha vida acadêmica.

À Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de tornar-se real o sonho de ser engenheiro agrônomo.

À prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Vânia da Silva Fraga e prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias, não apenas pelas suas sabias orientações, ensinamentos, advertências e estímulos, mas acima de tudo o vínculo de companheirismo e amizade adquirido ao longo de toda vida acadêmica.

Ao Msc. Emanuel de Lima Martins, pela grande amizade ao longo dos anos e pela predisposição em analisar e contribuir para um melhor aperfeiçoamento desse trabalho, sem ti seria ainda mais difícil à conclusão desse trabalho.

Por toda equipe do laboratório de Matéria Orgânica, os da “velha guarda”, Alex (o gaúcho), Elane Domingos, Emanuel Martins, Rafael (mineiro), Renato (mandaca), Max Dantas, Mirian, Michely, Juliana e Thiago (raposa), e os da “nova guarda”, Estela Prazeres, Eduardo, João Ítalo, Luan Nunes e Matheus (zé), pela amizade, da ajuda valiosa e pelo companheirismo.

Todos os Professores, que tenho uma grande satisfação de ter sido aluno, principalmente o professor Ivandro, exemplo de mestre e pessoa, tida por mim como o professor do curso e a “disciplina do curso”.

Aos funcionários, que nas entre linhas desta caminhada foram de fundamental importância para conclusão do curso, como destaque os que conviveram comigo no Departamento de Solos e Engenharia Rural, tais como Cícero e Genilson (os vagabundos), Dona Cida, Dona Cícera, Dona Marielza e Seu Vavau.

Aos amigos no qual adquiri no em toda minha vida acadêmica, do CAVN (colégio agrícola): Allyne Silmara, Édipo (vaqueiro), Éllida, Elias Ferreira (amigo que até hoje convive comigo como companheiro de quarto), Gemerson (pitoco), Leonardo Barros (Léo vaqueiro), Thales Cadete, Thales Gomes (Menégon) dentre outros tantos, e os do CCA(universidade): Aldeir (Sid), Aldenir Barbosa (grande amigo de confidências), Ariosto Céleo, Batoré, Betinho, David (Chiquinho), Everton, Glêvia Kamila, Haron, Roberto Pessoa, Ronaldo (o bichotinho), Ovídeo, Seu Ribamar, Silmara, Suanny Maria, dentre muitos que não citei que fazem que a caminhada acadêmica como companheiros de curso, vocês sempre estiveram muito presentes em minha vida tornando a caminhada mais saborosa. Estas pessoas das quais se faz parte de minha vida.

Como não poderia deixar de expor meu agradecimento a José de Arimatéia (Zé), pelo ensinamento, acima de tudo paciência e convívio durante grande parte de minha vida, inclusive por estar comigo durante a minha formação como homem, infelizmente não consigo ser semelhante, mas sem duvida você foi essencial para mim. Obrigado a todos!



SAMPAIO, Augusto César Falcão. **Mineralização de fósforo de diferentes resíduos orgânicos em neossolo regolítico e argissolo vermelho.** Areia – PB, 2015. 36p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal da Paraíba.

## RESUMO

A qualidade dos esterco e sua disponibilidade são heterogêneas e sujeitas a condições que ditam a velocidade de decomposição e a mineralização dos nutrientes. Este estudo objetivou avaliar mineralização de fósforo oriundo de diferentes tipos de esterco em solos com texturas contrastes cultivados com capim Buffel (*Cenchrus ciliaries L.*) como planta teste, sendo montado experimento em ambiente protegido no DSER da Universidade Federal da Paraíba. Nos municípios de Areia e Remígio – PB, foram coletados os solos de textura contrastante, Neossolo Regolítico e um Argissolo Vermelho a 0,2m profundidade, contendo 4,6 e 23% de argila, respectivamente. Os esterco de bovino, ovino, suíno, cama de frango e aves de postura, foram coletados em propriedades do Município de Boa vista – PB. Utilizando como referência o esterco bovino como referência na dose de  $4\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , onde ajustou-se as demais fontes para a mesma dose de N ( $204\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Apresentando no delineamento casualizados, o experimento foi disposto em três repetições e arranjo fatorial de tratamentos ( $2 \times 6$ ), com 2 solos diferentes, 5 fontes orgânicas mais testemunha, obtendo 36 unidades experimentais. Após incubação realizou-se semeio para obter-se 3 plantas por vaso mantendo a umidade em 50% do volume de poros, com pesagem e reposição diárias de água. Os cortes foram dados aos 40, 70 e 100 DAE. A matéria seca da parte aérea foi moída e analisada quanto aos teores de N total (Kjeldahl) e P após digestão nítrico-perclórica. Foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para o somatório dos cortes e calculada a eficiência dos solos. Com relação ao fornecimento de P às plantas, no Neossolo Regolítico, o melhor esterco foi o de suíno e no Argissolo Vermelho a testemunha apresentou o melhor desempenho. Independente das características de cada fonte e propriedade dos solos, o esterco de aves foi o que produziu a maior quantidade de MS.

**Palavras-chave:** capim Buffel, fontes orgânicas, mineralização e matéria seca.

SAMPAIO, Augusto César Falcão. **Phosphorus mineralization of different organic waste Regolithic Neosol and red argisol.** Areia – PB, 2015. 36p. Work Completion of course (Graduation in Agronomy) – Universidade Federal da Paraíba.

#### ABSTRACT

The quality of the manure and availability are heterogeneous and are subject to conditions which dictate the rate of decomposition and mineralization of nutrients. However the knowledge of the characteristics and the dynamics of mineralization, the local climate. This study aimed to evaluate phosphorus mineralization coming from different types of manure on soils with textures cultivated contrasts with Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) as test plant, being mounted in a greenhouse experiment in DSER the Universidade Federal da Paraíba. In the city of Areia and Remigio - PB, were collected soils of contrasting textures, Entisol and an Ultisol 0.2 m depth, containing 4.6 to 23% clay, respectively. The manure of cattle, sheep, swine, poultry litter and laying hens were collected in County properties Boa Vista - PB. Using as reference the cattle manure as a reference dose of 4Mg.ha<sup>-1</sup>, which set the other sources for the same dose of N (204 kg ha<sup>-1</sup>). Introducing the randomized design, the experiment was arranged in three replicates and factorial arrangement of treatments (2 x 6) with 2 different soils, 5 organic sources more witness, obtaining 36 experimental units. After incubation was carried out to obtain sowing 3 plants per pot keeping moisture at 50% of the pore volume were weighed daily and water replacement. The cuts were taken at 40, 70 and 100 DAE. The dry matter of shoots was ground and analyzed for total N content (Kjeldahl) and P after nitric perchloric acid digestion. Tukey's test at 5% probability for the sum of the cuts and calculated soil efficiency was realized. Regarding the supply of P to plants in Entisol, the best was the pig manure and Paleudult the witness had the best performance. Independent of the characteristics of each source and ownership of land, the poultry manure was what produced the highest amount of MS.

Keywords: grass Buffel, organic sources, mineralization and dry matter.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
3.1. Fertilidade dos solos do Nordeste.....	16
3.2. Uso de fontes orgânicas na agricultura.....	17
3.3. Mineralização de P em resíduos orgânicos e sua dinâmica no solo .....	19
3.4. Neossolo Regolítico.....	20
3.6. Argissolo Vermelho.....	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Caracterização química e física de solo Neossolo Regolítico e Argissolo vermelho utilizados no experimento.....	<b>21</b>
<b>Tabela 2</b> – Resultado das análises químicas dos esterco.....	<b>22</b>
<b>Tabela 3</b> – Quantidade de esterco calculado em função de N contido nos esterco.....	<b>23</b>
<b>Tabela 4</b> – Quantidade dos esterco por vaso em relação aos tratamentos.....	<b>23</b>
<b>Tabela 5</b> – Quantidades extraídas em g de Massa Seca (MS) em cada corte e a soma geral dos cortes.....	<b>26</b>
<b>Tabela 6</b> – Quantidades em Kg.ha <sup>-1</sup> das fontes orgânicas, C, N e P e relações C/N/P introduzidas quando padronizadas as quantidade de N.....	<b>28</b>
<b>Tabela 7</b> – Teores médios de fósforo em capim buffel em Neossolo Regolítico adubados com fontes orgânicas para o fornecimento de P.....	<b>29</b>
<b>Tabela 8</b> – Teores médios de fósforo em capim buffel em um solo Argissolo vermelho adubados com fontes orgânicas para o fornecimento de P.....	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os solos da região Nordeste do Brasil se caracterizam por baixos teores de N total e de P disponível. Nesse contexto, o esterco animal se torna uma das principais fontes de nutrientes para a produção dos cultivos anuais e perenes, que são responsáveis pela geração de alimento à população.

No entanto, o intenso cultivo do solo associado à perda de nutrientes por lixiviação, imobilização, volatilização e erosão, proporcionam uma redução nos teores dos nutrientes essenciais, principalmente N e P, provocando assim, uma redução na produtividade. Contudo essas perdas podem ser reduzidas com o uso de adubos orgânicos que por suas características químicas retêm os nutrientes por mais tempo, além de possibilitar maiores ganhos se comparados à adubação mineral.

O grande desafio dos produtores da região nordeste tem sido a manutenção da fertilidade do solo, por meio de práticas orgânicas que favoreçam uma melhoria no aporte de nutrientes e nas propriedades físicas do solo, como por exemplo, a formação de agregados, as propriedades químicas, isto é, o aproveitamento de fósforo (P) pelas plantas e as biológicas, que são fonte de energia e nutrientes para os microrganismos quimioheterotróficos. Neste contexto, a matéria orgânica assume um papel importante no fornecimento de nutrientes para as plantas, principalmente quando se trata do P, nutriente limitante da produtividade na maioria das culturas cultivadas em solos de diferentes texturas.

Diferentes classes de solo alteram a mineralização e a biodisponibilidade do P. Em cultivos, onde não há adição de P, a sua disponibilidade está intimamente relacionada com o aporte de nutrientes nas formas orgânicas, sendo que classe de solo com texturas distintas pode acarretar mudanças na atividade microbiana e, por consequência, na mineralização do P orgânico. Diante deste contexto, foi avaliada a capacidade de mineralização de fósforo, bem como, a eficiência de fornecimento de P de diferentes tipos de esterco, em solos com texturas contrastantes cultivados com capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Fertilidade dos solos do Nordeste**

No Nordeste, a agricultura familiar engloba a 88,3% dos agricultores da Região, os quais ocupam uma área de 43,5% da área total explorada pela agropecuária. No entanto a agricultura se caracteriza por uma produção de culturas anuais no sistema de sequeiro, que não atende as exigências das plantas, não correspondendo produtividades satisfatórias. Toda via a fertilidade do solo é um fator determinante na produção vegetal, pois os nutrientes estão desbalanceados e não supre as necessidades da cultura cultivada, como o caso do fósforo (P) nutriente essencial, pois ajudam na formação do sistema radicular (Sant'ana et al. 2003);(Crusciol et al. 2005); (Delatorre 2009), aumentando a tolerância das plantas aos fatores bióticos e abióticos tais como estresse hídrico (Leão 2006);(Santos et al. 2004) e doenças (Yamada 2002)

No que se diz respeito o ciclo do fósforo, no solo do semiárido existe restrições na intensidade e alcance dos processos que atuam nessa ciclagem, mas não necessariamente na natureza dos mesmos, em relação às regiões com maior disponibilidade de água. Por esse motivo, serão considerados os processos que atuam no ciclo do P no solo independentemente do clima, inserindo dados específicos para a região semi-árida nordestina quando estes estiverem disponíveis.

Na região semiárida há uma elevada variação do P oriundas do material de origem Jacomine (2002), sabe-se que essa variação de P pode alcançar níveis de 100 e 3000 mg kg<sup>-1</sup> no solo Frossard et al. (1995).

Silveira (2000) em estudo de dez ordens de solo na região semiárida de Pernambuco e Paraíba afirmam a tendência geral exposta: solos derivados do cristalino apresentaram >40% (Vertissolos), 31% (Neossolos Litólicos) ou 21% (Luvissolos e Cambisolos) do P total associado ao Ca, enquanto nos Latossolos e Argissolos derivados de rochas sedimentares, essa percentagem foi, em média, 5,5%. Os Neossolos Flúvicos resultaram em um caso interessante, pois apresentaram 37% do P total associado ao Ca. É possível que isto tenha acontecido pela redistribuição de material superficial dos topos e encostas de regiões serranas, de cristalino, para o sistema de drenagem das várzeas das bacias amostradas.

Os valores citados no parágrafo anterior ilustram a permanência significativa da apatita ou seus derivados em solos derivados do cristalino na região semiárida. Nos solos derivados de materiais intemperizados, as formas de P associadas ao Fe e ao Al, extraídas pelo NaOH, são proporcionalmente maiores que as ligadas ao Ca Tiessen et al. (1992); Silveira (2000).

No entanto sabe-se que há potencial de resposta à aplicação de fertilizantes Sampaio et. al. (1994, 2004), preços agrícolas pouco viáveis e a conformidade das chuvas, desacreditam o uso de fertilizantes químicos nas lavouras. Em conformidade, a ciclagem de fósforo está estreitamente relacionada ao P nativo do solo, mas deve-se considerar também que os produtores utilizam comumente o esterco para fertilizar seus cultivos, quando este insumo é de fácil acesso na área. regulando a disponibilidade de P nesses solos George et al. (2006).

### **3.2. Uso de fontes orgânicas na agricultura**

O uso de fontes orgânicas (esterco) oferece um baixo retorno econômico, uma vez que em geral não se tem conhecimento do tempo que o mesmo necessita para ser totalmente disponível para o uso pela cultura.

As vantagens da adubação orgânica são indiscutíveis, trazendo benefícios de ordem física na melhoria da textura do solo e capacidade de retenção de água e aumento da porosidade; química, com a disponibilidade de N e P entre outros nutrientes e biológica, no aumento do conteúdo microbiano do solo. Os esterco de animais são os muito importantes, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação. Sua qualidade varia com o tipo de animal e principalmente com o regime alimentar (Vitti et al. 1995).

A determinação da taxa de decomposição do esterco é de grande importância para o manejo eficiente matéria orgânica do solo MOS e nutrientes, pois possibilita sincronizar o fornecimento desses com a necessidade das plantas (Larcher 2000). A taxa de decomposição depende diretamente do tipo de resíduo aplicado, da profundidade de incorporação e do tempo, mantidas as condições de temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de nutrientes para a atividade microbiana.

A velocidade de decomposição do material orgânico depende da facilidade com que esse material pode ser decomposto, de suas características químicas e do pH do meio onde este se encontra. Materiais compostos de celulose são decompostos três vezes mais rápidos que materiais ricos em lignina, e partes lenhosas ricas em taninos (Larcher 2000). Essa diferença no tempo de decomposição dos esterco assegura um fluxo contínuo de nutrientes no solo.

Silva et al. (2007) verificou que as adições de esterco, normalmente anuais, em doses médias de  $16 \text{ t ha}^{-1}$  combinadas com o uso de fertilizantes nitrogenados comerciais em doses que variam entre 60 e  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, levam à acumulação de nutrientes na camada de 0-20 cm.

Em levantamento realizado por (Galvão et al. 2008) envolvendo 19 produtores familiares, constatou-se que essa acumulação de nutrientes na camada superficial, era acompanhada do deslocamento vertical desses nutrientes até a camada de 40-60 cm, inclusive do fósforo, normalmente considerado um nutriente pouco móvel no solo. Nesse estudo, os autores mostraram que as acumulações na camada de 0-60 cm de solos cultivados com batatinha atingiram até  $2 \text{ t ha}^{-1}$  de Ca, quase  $1 \text{ t ha}^{-1}$  de P e ao redor de  $0,5 \text{ t ha}^{-1}$  de K e Mg.



### **3.3. Mineralização de P em resíduos orgânicos e sua dinâmica no solo**

Os solos altamente intemperizados apresentam alta capacidade em reter o P na fase sólida e, por consequência, torna-se reduzida a fração de P disponível (Santos et al. 2002). Com o predomínio desse nutriente no solo em formas inorgânicas, ligadas com alta energia à fração mineral, e das formas orgânicas, estabilizadas física e quimicamente, ocorre o aumento de formas de P pouco lábil ou não-lábil (Novais e Smyth., 1999). Dessa maneira, a ciclagem do fósforo orgânico (P orgânico) tem uma importante participação, regulando a disponibilidade de P nesses solos (George et al., 2006).

Para estimar o potencial de mineralização de P orgânico, alguns autores (Solomon et al. 2002); (Mukuralinda et al. 2009); (Dossa et al. 2009) têm utilizado a relação de C/P, uma vez que a relação C/P muito elevada, ou seja, acima de 300, indica a imobilização líquida de P no solo (Siqueira e Moreira., 2001).

Nos solos florestais, a relação C/P<sub>o</sub> pode variar de 138 a 160 no Planalto Sudoeste da Etiópia, mostrando que a mineralização de P orgânico pode ocorrer facilmente, levando a um aumento do nível de P inorgânico disponível, desde que o P liberado não seja fixado em óxidos e hidróxidos de Fe e Al (Solomon et al., 2002).

A dinâmica do P no solo está associada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, os quais liberam ou imobilizam os íons ortofosfato (Souza et al. 2008). Assim sendo, a mineralização microbiana de P no solo depende da composição do material a ser decomposto, temperatura, clima, adição de fertilizantes e sistema de manejo (Tate e Newman 1982); (Côrrea et al. 2004); (Fernandes et al. 2006).

Os resíduos vegetais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa, ou lenta e gradual, pois as espécies vegetais apresentam diferenças em sua composição química, modificando a velocidade de decomposição e a liberação de nutrientes para o solo (Fernandes et al., 2006). As formas de P orgânico são representadas pelos íons fosfatos ligados aos compostos orgânicos (P orgânico diéster e P orgânico monoéster), cuja labilidade está diretamente relacionada à suscetibilidade de decomposição do radical orgânico ao qual o fosfato está ligado (Gatiboni et al. 2008).

Wisniewski e Holtz., (1997), avaliando a dinâmica da decomposição da palhada e da liberação de P durante o ciclo das culturas de milho e aveia preta, verificaram que a palhada de milho apresentou uma mineralização estimada de 77% durante o ciclo da aveia preta. No final desse ciclo, a mineralização de P foi de 85% da palhada de aveia preta, demonstrando a maior liberação desse nutriente na aveia preta.

O potencial hídrico e a temperatura afetando a liberação de P foi estudado por Grierson et al. (1999). Estes autores mostraram o incremento da mineralização de P devido ao aumento do potencial hídrico e da temperatura (acima de 25°C) nos solos sob Pinheiro (*Pinus taeda*). De fato, a baixa disponibilidade hídrica limita a mineralização e a liberação de nutrientes do material orgânico Severino et al. (2006), assim como a decomposição dos resíduos e a liberação de P e de outros nutrientes foram mais lenta durante a estação seca, devido a menores precipitações pluviométricas Espíndola et al. (2006).

### **3.4. Neossolo Regolítico**

Os solos na região semiárida de maneira geral são pouco profundos, com pH normalmente em torno da neutralidade, mas podem tornar-se alcalinos nas áreas calcárias, apresentam baixos teores de N e P. São solos sujeitos à erosão devido à intensidade das chuvas, baixa permeabilidade e à baixa profundidade efetiva Chaves & Kinjo (1987). O uso indiscriminado e contínuo desses solos, com culturas anuais, pode acarretar rápida degradação Embrapa (1999), porém o manejo correto pode elevar o seu potencial produtivo em curto prazo Spera et al. (1999).

O Neossolo Regolítico é representante das principais classes de solos do semiárido nordestino compondo 19,6 % e 4,4 %, respectivamente Embrapa (1999). Os solos encontrados nessa região variam muito, especialmente em função do material de origem, ocorrendo desde solos com alto grau de intemperismo até solos jovens como os Neossolos Regolíticos Jacomine (1996).

Na Paraíba 90% do território está assentado em rochas ígneas e metamórficas, portadoras de uma enorme variedade de minerais que, juntamente com o clima, influenciam diretamente na diversidade de solos existentes no Estado (PNUD/FAO/IBAMA, 1994). Na porção semiárida do Estado predominam os solos de relevo suavemente ondulado e de relevo ondulado do tipo Neossolos Litólicos, Planossolos, Argissolos e Cambissolos associados a Luvisolos SUDEMA (2004).

### **3.6. Argissolo Vermelho**

Os solos desta classe têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação também de cores e outras características. As cores do horizonte Bt variam de acinzentadas a avermelhadas e as do horizonte A, são sempre mais escurecidas. A profundidade dos solos é variável, mas em geral são pouco profundos e constando de baixa a média fertilidade. Ocorrendo em áreas de relevo desde plano a muito acidentado. São juntamente com os Latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, sendo verificados em praticamente todas as regiões IBGE (2007).

Na Paraíba é o solo predominante da zona úmida e praticamente não ocorre nas outras áreas aparecendo apenas pequenas manchas deste tipo de solo em outras áreas do Estado. Nas áreas mais úmidas são intensamente cultivados com cana-de-açúcar e pastagens e em menor escala com mandioca, abacaxi, coco e citrus, principalmente nos solos mais férteis. Nas áreas de brejo, têm sido utilizados principalmente com floricultura Araújo et al. (2008).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. O local está localizado nas coordenadas (6°55'12" de latitude Sul e 35°42'15") de longitude Oeste de Greenwich a uma altitude de 75 m. O clima da região é do tipo As', que se caracteriza por ser quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e período de estiagem entre 5 a 6 meses.

Para a instalação do experimento foram coletados amostras de dois solos, ambos sob pastagem degradada e com textura contrastantes, classificados de acordo com a Embrapa (2006) como Neossolo Regolítico (NR) com 4,6% de argila coletado no município de Areia-PB, nas coordenadas (35° 46' 53" longitude e 06° 58' 15") latitude e outro classificado como Argissolo Vermelho (arV), com 23% de argila, coletado no município de Remígio – PB nas coordenadas (35° 46' 10" longitude e 06° 58' 21" latitude).

As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm, retirando a vegetação existente da superfície. Em seguida, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha de 4,0 mm. Em seguida, as amostras foram analisadas no Laboratório de Matéria Orgânica do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural da UFPB, para a caracterização dos parâmetros químicos como: pH (em água), P e K<sup>+</sup> (Melich-1), Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> (titulometria) (Embrapa, 2011), carbono orgânico total (COT) (oxidação via úmida) (Snyder & Trofymow, 1984) e a análise textural, a qual foi realizada no Laboratório de Física do Solo (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo nos primeiros 20 cm de profundidade em um Neossolo Regolítico e num Argissolo Vermelho.

Solo	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	CTCefetiva	COT	m	Ds	Classe textural
		-mg dm <sup>-3</sup> -				----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			g kg <sup>-1</sup>	----- % -----		
Neossolo Regolítico	4,70	0,30	24,00	0,00	0,08	0,34	0,14	0,48	4,35	70,8	1,39	Areia
Argissolo Vermelho	4,75	0,27	43,90	0,05	0,46	0,77	0,62	1,39	8,87	55,4	1,18	Franco-Argilo-Arenosa

pH determinado em água (1:2,5); SB= Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); CTC= Capacidade de troca catiônica [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; V= Saturação por bases (SB/CTC) x 100; m= Saturação por alumínio (Al<sup>3+</sup>/CTCefetiva); COT= Carbono Orgânico Total; CTCefetiva (SB + Al).

Em propriedades familiares do Município de Boa Vista – PB foram coletados todas as fontes orgânicas utilizadas nesse estudo: esterco bovino, esterco ovino, esterco suíno, cama de frango e cama de aves de postura. As fontes orgânicas avaliadas são comumente utilizadas pelos produtores rurais na região de Boa Vista e já se encontravam curtidas no momento da coleta. Amostras de cada fonte orgânica foram secas em estufa com circulação de ar forçada até atingir peso constante e submetida a digestão clorídrico perclórica. Posteriormente as alíquotas foram analisada quanto aos teores de N total (Kjeldahl) (Tedesco *et al.*, 1985 P e K (Embrapa, 2011) ), enquanto, em outra amostra de matéria seca foi avaliado o teor de COT por oxidação via úmida (Snyder & Trofymow, 1984) (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Resultado das análises químicas das fontes orgânicas.

Fonte Orgânica	N	P	K	COT	C/N	Matéria Seca
	.....g.kg <sup>-1</sup> .....					%
Esterco Bovino	51,04	10,70	1930,85	317,80	6,22	69,29
Esterco Suíno	42,32	18,78	308,40	197,67	4,67	80,83
Esterco Ovino	56,41	6,46	1042,84	247,18	4,38	90,29
Cama de Frango	83,55	7,45	4227,21	279,21	3,34	86,01
Aves de postura	23,35	19,26	1013,82	91,29	3,90	96,79

O esterco bovino é a fonte orgânica mais utilizada pelos produtores rurais da região, em função da maior disponibilidade e acesso a esse material.

Segundo Galvão *et al.* (2008), produtores que utilizavam esterco bovino como adubo usam doses que variam entre 4 e 12 Mg ha<sup>-1</sup>. No entanto, trabalhos desenvolvidos em solos com diferentes texturas na região semiárida, se evidência uma ausência de efeitos significativos na produtividade de algumas culturas a exemplo da mandioca, batatinha e milho para doses maiores que 4 Mg ha<sup>-1</sup>. Diante do exposto, foi esta a quantidade escolhida como dose de referência para o esterco bovino. A partir do teor de N dessa fonte, calculou-se a quantidade de N que seria aportada ao solo. Como cada fonte possui teores distintos de N, as massas adicionadas das demais fontes foram ajustadas para o mesmo aporte de N do esterco bovino (204,2 kg N ha<sup>-1</sup>) (**Tabela 3**).

**Tabela 3.** Quantidade das fontes orgânicas em função do teor de N no esterco bovino.

Nutrientes	Teor N Est.	Estercos				
	Bov.	Bovino	Suíno	Ovino	C. de Frango	Aves
	mg.g <sup>-1</sup> MS	.....Mg.ha <sup>-1</sup> .....				
N	51,04	4,00	4,82	3,62	2,44	8,74

O trabalho consistiu em um delineamento blocos casualizado, com três repetições e um arranjo fatorial de 2x6 referente, a dois solos de texturas contrastantes (Neossolo Regolítico e o Argissolo Vermelho), e cinco fontes orgânicas (esterco bovino, esterco suíno, esterco ovino, cama de frango e de aves de postura) mais o tratamento controle.

As unidades experimentais foram vasos de polietileno de cor preta com 5 kg de solo por vaso. Considerando-se a densidade do solo e a quantidade de solo por hectare e por vaso, calcularam-se as quantidades de esterco, na base seca, por vaso (**tabela 4**).

**Tabela 4.** Quantidade das fontes orgânicas usada no Neossolo Regolítico e no Argissolo Vermelho.

Fontes orgânicas	Solos	
	Neossolo Regolítico	Argissolo Vermelho
	..... kg ha <sup>-1</sup> .....	
Esterco Bovino	7,19	8,47
Esterco Suíno	8,67	10,22
Esterco Ovino	6,51	7,66
Cama de Frango	4,3	5,17
Esterco Aves de postura	15,72	18,56

No preparo das unidades experimentais as fontes orgânicas foram homogeneizadas com o solo, armazenada nos vasos e umedecidas com água destilada até 60% da capacidade de vaso. As unidades experimentais permaneceram incubadas por um período de 15 dias.

Após o período de incubação foram semeadas 20 sementes do capim buffel por vaso. O capim buffel foi utilizado como planta teste (*Cenchrus Ciliaris L.*) por possuir boa resposta a diferentes fertilidades e por ter um sistema radicular consistente e volumoso (Fraga, 2002).

Após a emergência do capim, cinco dias após à semeadura foi realizado o desbaste, deixando as 3 plantas mais vigorosas por vaso. O desbaste ocorreu entre o 5º e o 20º dia após a emergência (DAE), devido à heterogeneidade das sementes do capim buffel (*Cenchrus Ciliaris L.*). Após a emergência elevou-se a quantidade de água para 50% do volume total de poros. A quantidade de água perdida diariamente foi repostada com água destilada utilizando o método da pesagem.

Durante o crescimento do pasto, foram realizados quatro cortes a uma altura de 0,05m. O primeiro corte foi dado aos 40 DAE, enquanto os demais cortes foram realizados entre intervalos de 30 dias. Em cada corte do pasto, o material vegetal foi depositado em sacos de papel devidamente identificados e secos em estufa a 65°C durante 48 horas. Depois de seco o material foi pesado, moído, digerido (digestão nítrico-perclórica) e analisado quanto aos teores P (Murphy e Riley, 1962) e os teores de N total (Kjeldahl) Tedesco *et al.* (1985). Os valores médios foram submetidos a análise de variância utilizando o software (SAS 9.3., 2011) e quando pertinente comparada, as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

O Neossolo Regolítico (NR) favoreceu uma diminuição na matéria seca (MS) de todos os tratamentos ao longo dos cortes efetuados, diferindo apenas na testemunha (TCP) que teve uma tendência de aumento da MS. No entanto o tratamento com esterco de aves de postura apresentou o maior acúmulo de MS, diferindo dos demais tratamentos atingindo o teor duas vezes maior. Os somatórios dos teores de MS de cada tratamento realizado ao decorrer do trabalho estão representados na **(Tabela 5)**.

A textura arenosa do solo (NR) pode estar contribuindo a uma mineralização de forma mais acelerada, isso se dá pela textura deste solo (Silva e Mendonça, 2007), entretanto, este fato se dá devido a textura desse solo que fornece uma preservação da MOS da ação da microbiota do solo. O crescimento acelerado das plantas se deu devido ao maior fornecimento dos nutrientes, contrastando com a testemunha, no entanto, a MS da testemunha se evidenciou de forma progressiva.

Por não apresentar massa foliar suficiente para realização do primeiro corte (C1), no tratamento testemunha não foi efetuado o primeiro corte, prática possível a partir dos 60 dias normalizando no segundo corte (C2) em diante.

A quantidade de MS no solo (ArV), se mostrou ao longo do trabalho de forma variada, não havendo um aumento ou declínio linear, diferenciando da testemunha que apresentou uma postura correspondente ao constatado no RR. Essa inconstância pode ser justificada pela variação da constituição química dos compostos orgânicos, contendo substâncias mais recalcitrantes, influenciando diretamente na decomposição da mesma (Sollins et al., 1996). A textura do solo também pode auxiliar na formação de agregados, que estabilizam e oferecem maior preservação da MO da atuação das enzimas e microrganismo (Zinn et al., 2005), visto que, a atividade microbiana e a produção enzimática influencia na disponibilidade dos substratos, uma vez que a energia iônica, o pH, os nichos microbiológicos sofrem influência da textura do solo, neste caso o ArV (Zech et al., 1997). Uma maior variação foi observada no tratamento no qual seu material apresentava composição química com maiores teores de lignina e fibras, que conferem uma maior resistência dos compostos à ação da microbiota, fato evidenciado no tratamento cama de frango, formado por bagaço de cana-de-açúcar.



**Tabela 5.** Matéria seca (MS) de capim buffel em intervalos de corte e acumulado em solos com diferente textura adubado com diferentes fontes orgânicas.

textura adubado com diferentes fontes orgânicas.									
Fonte Orgânica	Neossolo Regolítico				Argissolo Vermelho				
	Dias após Emergência			SOMA	Dias após Emergência				Acumulado
	40	70	100		40	70	100		
	.....g.MS <sup>-1</sup> .....								
Esterco Bovino	3,24	1,09	0,96	5,29 bA	4,77	1,16	0,96	6,89 abA	
Esterco Suíno	2,89	0,64	0,76	4,28 bB	4,59	0,73	0,76	6,07 bcA	
Esterco Ovino	1,93	1,29	0,84	4,06 bA	2,39	1,29	0,84	4,51 cA	
Cama de Frango	2,54	1,47	0,86	4,87 bB	0,77	5,46	0,86	7,10 abA	
Esterco Aves de postura	4,75	2,06	1,70	8,50 aA	7,10	1,37	1,70	10,16 aA	
Testemunha (Tc <sub>p</sub> )	0,00	0,16	0,93	1,09 cA	0,00	0,18	0,13	0,31 cB	

CV= 13,91%; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Considerando a (Tabela 5), verifica-se que o somatório total da MS a houve diferença significativa nos tratamentos aves sobre a testemunha no (NR) sendo 7,8 vezes maior e (ArV) apresentando diferença de 32,77 vezes maior. No entanto o tratamento aves foi o que obteve maior acúmulo de MS nos dois solos estudados, sendo diferenciando significativamente no (NR) (8,5g) e no (ArV) não havendo distinção entre si no teste de Tukey a 5% dos tratamentos c. frango (7,10g) e bovino (6,86g) se apresentando com (10,16g), no entanto o suíno 19,58 e ovino 14,54 vezes não se diferiram estatisticamente a testemunha. Um dos fatores que contribui para esse maior acúmulo de MS no tratamento aves, se dá por maior aporte de N e P que o esterco de aves possui em sua composição Haag et al. (1970). O tratamento cama de frango devido ao maior poder recalcitrante, por sua vez atribuída a composição deste composto como, lignina, tanino e celulose (HEAL et al., 1997; GIACOMONI et al., 2003; LUPWAYI et al., 2007), reduzindo assim o vigor das plantas causado pela retenção do N pela microbiota do solo no início do experimento até o segundo corte quando apresentou um pico no teor de MS (5,46) apesar do grande acúmulo da MS não diferiu do estatisticamente do tratamento Aves para o (ArV).

Segundo Moreira e Siqueira (2006), quando o composto orgânico é depositado no solo, a um aumento da população microbiana do solo estimulado pela mesma, consequentemente provoca um aumento da necessidade de nutrientes principalmente

por N, que são demandados e adsorvidos em grandes quantidades, por sua vez imobilizados temporariamente pela microbiota do solo, provocando uma carência de N do solo provocando deficiência por N nas plantas quando a relação C/N é elevada, no entanto com a decomposição do material e liberação do CO<sub>2</sub> causando a redução da relação C/N provando um equilíbrio no processo de mineralização e imobilização, provocando uma aproximação da relação C/N reduzindo a biomassa microbiana que por sua vez os nutrientes que estavam indisponíveis para as plantas, passam a ser liberado na solução do solo, elevando a disponibilidade dos nutrientes lábeis do solo.

No (AV) o aumento da MS é por volta de 41,8 % em suíno e de 45,7 % de cama de frango sendo os melhores tratamentos.

Os maiores teores de MS e mineralização se apresentou nos tratamentos onde se utilizou os esterco de aves, bovino e cama de frango se deu no (ArV), ainda que oferecerem maior agregação que dificultam o ataque da microbiota do solo na MOS, como mostrou o estudo feito por (Edvan et al. 2010) a elevada produção de matéria seca se deve principalmente aos minerais nele encontrado, onde praticamente todo o N, K e o P, adicionado via esterco, estava em sua forma disponível às plantas, contribuindo assim de forma significativa para a produção de matéria seca das plantas Haag et al. (1970).

O (NR) obteve uma melhor resposta no acúmulo e MS, resultado justificado devido a uma menor CTC deste solo, característica que contem menores cargas negativas que não retém os íons no complexo de troca disponibilizando-os nutrientes mais disponíveis no solo, havendo um acúmulo considerado de MS por volta de 352% no (NR) comparado com o (ArV), salientando que em solos com maior concentração de argila contém melhores atributos, tornando-os naturalmente solos de maior fertilidade e melhores características químicas que solos arenosos.

Na **tabela 6** expressa quantidades de N, P e C, como também as relações de C/N/P. O tratamento aves foi o que disponibilizou maiores quantidades de P para os solos, como expressos na **tabela 8**, onde o mesmo tratamento que as plantas absorveu maiores quantidades de P dentre os tratamentos estudados, estudo semelhante ao de (Durigon et al. 2002) que demonstrou que a maior quantidade de nutriente se dá por uma maior quantidade de nutrientes disponíveis do esterco.

Segundo Araújo & Machado (2006), observou que entre o N e P existe uma relação de coesão, ou seja, quando há uma limitação de P na solução do solo reduz a absorção e o transporte de  $\text{NO}_3^-$ , considerando que a assimilação de  $\text{NO}_3^-$  é ativa dependente de ATP e substância que o reduza. O P é essencial para as plantas como também participa de forma intrínseca no metabolismo do C e N. Nesse mesmo sentido citado por Fraga (2002), a disponibilidade de P controla a absorção de N e a produção de MS, estudando as transformações de C, P e N em solos oriundos de propriedades familiares.

**Tabela 6.** Quantidade das fontes orgânicas, C, N e P e relações C:N:P introduzidas quando padronizadas as quantidade de N.

Fonte orgânica	Fonte	N	P	C	C/N	C/P
	.....Kg ha <sup>-1</sup> .....					
Esterco Bovino	4000	204	42,80	1271,20	6,23	29,70
Esterco Suíno	4820	204	90,52	952,76	4,67	10,53
Esterco Ovino	3620	204	23,38	894,79	4,39	38,27
Cama de Frango	2440	204	18,17	681,27	3,34	37,49
Esterco Aves	8740	204	168,33	797,87	3,91	4,74

Os resultados obtidos das análises de P no (NR) constataram diferença significativa dos tratamentos quando comparados à testemunha. Os esterco suíno e de aves foram os mais eficientes na liberação de P, tendo extraído pelas plantas 22,4 e 20,5 mg de P respectivamente, porém não diferiu estatisticamente da testemunha (**Tabela 7**).

Esse maior desempenho das plantas de capim buffel (*Cenchrus Ciliaris L.*) submetidas à aplicação dos esterco de suíno e aves, deve-se provavelmente a decomposição mais rápida deste material, liberando nutrientes para a solução do solo e, posterior absorção pelas plantas. Isto vem confirmar a alta qualidade da destes esterco como adubo orgânico, material orgânico com relação C/N menor que 25 sendo considerado ótimo para ser utilizado.

**Tabela 7.** Teores médios de fósforo em capim buffel em Neossolo Regolítico (NR) adubados com fontes orgânicas para o fornecimento de P.

Orgânicas para o fornecimento de P.							
Adução	Corte	Aves	Bovino	C. Frango	Ovino	Suíno	Testemunha
kg ha MS							
P	1 corte	10,4 Bb	9,3 Bb	14,1 Ba	9,6 Bb	10,3 Bb	ND
P	2 corte	11,5 Bb	12,2 Ba	11,3 Bb	10,9 Bb	11,6 Bb	23,8 Aa
P	3 corte	11,8 Bb	12,4 Bab	13,4 Ba	11,7 Bb	12,6 Bab	17,3 Ba
P	4 corte	20,5 Aab	18,1 Ab	19,4 Ab	15,2 Ac	22,4 Aa	17,0 Bb

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ( $p>0,05$ ), letras maiúsculas nas colunas comparam os cortes em cada nível de adubação e letras minúsculas nas linhas compara as fontes dentro de cada corte. ND, não determinado.

No (ArV) houve uma variação das quantidades extraídas ao longo da realização dos cortes, contudo perante o somatório das quantidades extraídas de todas as fontes utilizadas obtiveram resultado semelhante e diferiram significativamente da testemunha.

Comparando o comportamento dos esterco no (ArV) verificou-se que os tratamentos tiveram a mesma tendência, assemelhando-se na liberação de P não diferindo estatisticamente (**Tabela 8**).

**Tabela 8.** Teores médios de fósforo em capim buffel em um solo Argissolo vermelho (S2) adubados com fontes orgânicas para o fornecimento de P.

Adubação	Corte	Aves	Bovino	C. Frango	Ovino	Suíno	Testemunha
kg ha MS							
P	1 corte	24,6 Ab	28,3 Aa	25,0Ab	26,3 Aab	26,7 Aab	ND
P	2 corte	9,7 Cc	20,3 Ba	18,1 Bab	17,6 Cb	13,7 Cc	11,7 Bc
P	3 corte	18,9 Bb	18,1 Cb	17,1 Bc	20,3Bb	19,5 Bb	45,4 Aa
P	4 corte	18,1 Bbc	21,4 Bb	17,9 Bc	22,8 Bb	20,9 Bb	43,4 Aa

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ( $p>0,05$ ), letras maiúsculas nas colunas comparam os cortes em cada nível de adubação e letras minúsculas nas linhas compara as fontes dentro de cada corte. ND, não determinado.

Segundo Júnior et al. (2009) o maior teor de fósforo ocorreu na testemunha com o tratamento com esterco bovino aos 90, 150 e 180 dias após semeadura sendo semelhante a este estudo. Essa variação no decorrer do tempo mostra a alta mobilidade do fósforo, que circula dentro da planta, sendo incorporado e liberado em vários pontos, exercendo suas funções.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1. O esterco de aves de postura proporcionou uma maior produção acumulada de MS independentemente da textura do solo.

2. A produção de MS acumulada no Argissolo Vermelho foi maior do que Neossolo Regolítico usando o esterco suíno e a cama de frango.

3. Concluir como foi a produção de MS nos cortes.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.L. Contribuições da adubação orgânica para a fertilidade do solo. Itaguaí-RJ: UFRRJ, p.188. **Tese de Doutorado**, 1991.

ALMEIDA, J.A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas de fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto do extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.985-1002, 2003

ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVEIRA, M. M. L. Estoques de fósforo em solos do semiárido de Pernambuco e da Paraíba. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008. p. 47-61. cap.3

BAYER, C. Dinâmica da material orgânica em sistemas de manejo de solos. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 241f. **Tese (Doutorado em ciência do solo)** – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. —————21:105-112, 1997.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole. p.7-18, 2008.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Matéria orgânica do solo: Fundamentos e caracterização**. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.9-26.

BAYER, C., MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica, In: Santos, G.A; Silva, L.S. Canellas, L.P. Camargo, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**, 2. ed. rev. e atual. Porto Alegre: **Metrópole**, p.7-16, 2008.

CONTE, E., ANGHINONI, I., RHEINHEIMER, D.S. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:925-930, 2002.

CORRÊA, J.C., MANIR, M., ROSOLEM, C.A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 39:1231-1237, 2004.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, v. 64, n. 04, p. 643-649, 2005.

CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S.; VELLOSO, A.C.X. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:667-671, 2007.

DOSSA, E.L., KHOUMA, M., DIEDHIOU, I., SENE, M., KIZITO, F., BADIANE, A.N., SAMBA, S.A.N., DICK, R.P. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma*, 148:251-260, 2009.

EDVAN, R. L.; SANTOS, E. M; VASCONCELOS, W. A; SOUTO FILHO, L. T; BORBUREMA, J. B; ANDRADE, A. P; Utilização de adubação orgânica em pastagem de capim buffel. In: **Arch. Zootc.** 59 (228): 499-508, 2010.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de trigo. Notícias trigo, Outubro de 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de solo**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p. EMBRAPA – CNPS.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3 ed. revista, Rio de Janeiro: 2011. 230 p.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:321-328, 2006.

FERNANDES, L.A.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N. Formas de fósforo em solos de várzea e biodisponibilidade para o feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:373-383, 2002.

FERNANDES, M.M.; PEREIRA, M.G.; MAGALHÃES, L.M.S.; CRUZ, A.R.; GIÁCOMO, R.G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia Benth.*) e andiroba (*Carapa guianensis Aubl.*) na flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, 16:163-175, 2006.

FRAGA, V.S. Mudanças na matéria orgânica (C, N e P) de solos sob agricultura de subsistência. Recife, . (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Pernambuco, 72p, 2002.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 43:1085-1091, 2008.

GATIBONI, L.C. Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas. Tese (Doutorado em Agronomia) – Santa Maria – RS, **Universidade Federal de Santa Maria – UFSM**, 2003. 247p

GEORGE, T.S.; TURNER, B.L.; GREGORY, P.J.; CADE-MENUM, B.J.; RICHARDSON, A.E. Depletion of organic phosphorus from Oxisols in relation to phosphatase activities in the rhizosphere. **European Journal of Soil Science**, 57:47-57, 2006.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P.; et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1097-1104, 2003.

GRIERSON, P.F., COMERFORD, N.B., JOKELA, E.J. Phosphorus mineralization and microbial biomass in a Florida Spodosol: effects of water potential, temperature and fertilizer application. **Biol Fertil Soils**, 28:244-252, 1999.

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E., ed. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Wallingford, UK. **CAB International**, p.3-30, 1997.

JUNIOR, Salvino de Oliveira. et al. Adubação com diferentes esterco no cultivo de moringa (*Moringa oleífera* Lam.), **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)**. v.4, n.1, p.125 – 134. 2009.

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (**Circular técnica, 31**), 2003

LAMPKIN, N. H. & PADEL, S. The economics of organic farming. An International Perspective. **Wallingford: CAB International**, 468 p, 1994.

LUPWAYI, N.Z.; CLAYTON, G.W.; O'DONOVAN, J.T.; et al. Phosphorus release during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. **Soil. Tecnology Research**, v.95, p.231-239, 2007.

MAPA **Mercado interno de orgânicos cresce 40% em 2010**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 04 jan.2015.



MENEZES, R.S.C. & SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.361-367, 2007.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido. Recife: **Editora Universitária da UFPE**, 291p, 2008.

MEURER J.E. Introdução à ciência do solo, In: Meurer, E.J. Fundamentos de química do solo, **Gênesis**, Porto Alegre, 2000. p.11-21.

MOREIRA, C.R.; SIQUEIRA, M.M.; TAVARES, M.H.F. Influência da adubação orgânica sobre algumas propriedades físicas do solo. In: **Reunião brasileira de manejo do solo e da água**, 13., Ilhéus, Bahia. 2000.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. **2ª ed. Lavras**, Universidade Federal de Lavras, 729p. 2006.

MURPHY, J. & RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta** , v. 27, p.31-36, 1962.

MUKURALINDA, A. TENYWA, J.S. VERCHOT L. OBUA, J. NAMIREMBE, S. Decomposition and phosphorus release of agroforestry shrub residues and the effect on maize yield in acidic soils of Rubona, southern Rwanda. **Nutr Cycl Agroecosyst**, 84:155-166, 2009.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 399p, 1999.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, L. R. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 471-537, 2007.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. UFV, DPS, Viçosa-MG, 1999. 399p.

OHEL, F., FROSSARD, E., FLIESSBACH, A., DUBOIS, D., OBERSON, A. Basal organic phosphorus mineralization in soils under different farming systems. **Soil Biology & Biochemistry**, 36:667-675, 2004.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃEZ, P. T.; ALVAREZ, V. H. Recomendação de corretivos e fertilizantes para o Estado de Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**, 359 p, 1999.

SABOURIN, E.; SILVEIRA, L.M.; TONNEAU, J.P.; SIDERSKY, P. Fertilidade e agricultura familiar no Agreste Paraibano: um estudo sobre o manejo da biomassa. Esperança: **Cirad-Terra/ASPTA**, 2002. 59p.

SAMPAIO, E.V.S.B & SALCEDO, I.H. Efeito da adição de nitrogênio e palha-<sup>14</sup>C na liberação de CO<sub>2</sub> e formação de biomassa microbiana em latossolo vermelho amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 6:177-181. 1982.

SANT'ANA, E. P. et al. Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 02, p. 370-381, 2003.

SANTOS, D. R.; CASSOL, P. C.; KAMINSKI, J.; ANGHINONI, I. Fósforo orgânico no solo. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: **ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole, p. 101-111, 2008.

SANTOS, R. F. & BATISTA, R. B. Ensino-aprendizagem de solos com agricultores (as) de Mata Redonda, Remígio - PB. (**Cartilha**). UFPB/CCA/DSER. 15p, 2002.

SAS. SAS/STAT 9.3. User's Guide. Cary, NC: **SAS Institute**. Inc. 2011, 8621p.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P.S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA e SILVA, K.M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.326-331, abril-junho 2004.

SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2ª ed. Porto Alegre: Metrópole, cap. 32, p. 597-624, 2008.

SILVA, T. O. & MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 31:51 – 61, 2007.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v. 08, n. 02, p.152-163, 2009.

SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S. Biologia e bioquímica do solo. Lavras, **Universidade Federal de Lavras**, 291p, 2001.

SILVA, T. O. et al. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.39-49, 2007.

SNYDER, J.D. & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, 15:587-597, 1984.

SOLOMON, D., LEHMANN, J., MAMO, T., FRITZCHE, F., ZECH, W. Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian highlands. **Geoderma**, 105:21-48, 2002.

SOLLINS, P.; HOMANN, P.; CALDWELL, B.A. Stabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. **Geoderma**, v. 74, p. 65-105, 1996.

SOUZA, E.D., COSTA, S.E.V.G.A., LIMA, C.V.S., ANGHINONI, I., MEURER, E.J., CARVALHO, P.C.A Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:1273-1282, 2008.

TATE, K.R. & NEWMAN, R.H. Phosphorus fractions of a climosequence of soils in New Zealand Tussock Grassland. **Soil biology & biochemistry**, 14:191-196, 1982.

TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. de O.; GIANELLO, C. Resíduos orgânicos de origem agrícola, urbana e industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CERRADO, 1999. CD-ROM.

TEDESCO, M.T.; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. de O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente, In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A. O. Fundamentos da matéria orgânica no solo. **Ecosystemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p.159-192. 1999

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F. A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese. 1999. P. 159 – 192.

VITTI, G.C.; HOLANDA, J.S.; SERQUEIRA LUZ, P.H.; HERNANDEZ, F.B.T.; BOARETTO, A.E. & PENTEADO, S.R. Fertirrigação: condições e manejo. In: RBFSNP, 21, Petrolina, 1995. **Anais**. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.195-271.

WILLER, H.; SORENSEN, N. e YUSSEFI-MENZLER, M.. The world of organic agriculture: statistics & emerging trends 2008. Bonn: International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM, 2008. <<http://orgprints.org/13123/4/world-of-organicagriculture-2008.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGEMBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, 79:117-161, 1997.

ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F; MACHADO, R.C.R. Fósforo orgânico em solos sob agrossistemas de cacau. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 32:1987-1995, 2008.

ZINN, Y. L. LAL, R.; RESCK. D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil Till Res.**, 84:28-40, 2005.